



## Aplikasi Pembangkit Listrik Mikro Hidro Dengan Memanfaatkan Sisa Aliran Sungai Lahan Pertanian

Yuni Hermawan<sup>1</sup>, Alfredo BayuSatriya<sup>2</sup>, SantosoMulyadi<sup>3</sup>, Dwi Djumharyanto<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Fakultas Teknik, Universitas Jember, Indonesia

Email : [yunikaka@unej.ac.id](mailto:yunikaka@unej.ac.id)

Article Info	
<b>Article History</b> Received : 2020-10-01 Accepted : 2020-11-15 Online : 2020-11-16	
<b>Kata Kunci</b> PLTMH; Energi; Mikrohidro; Pengabdian; Penstabil tegangan.	<b>Abstrak:</b> Pada saat ini dunia sedang mengalami 'krisis energi' dan khususnya Indonesia mengalami krisis energi listrik secara nasional. Listrik merupakan salah satu kebutuhan hidup manusia yang primer, sehingga diperlukan suatu instalasi pembangkit tenaga listrik yang efisien. Salah satu sumber energi alternatif tersebut adalah pembangkit listrik tenaga mikrohidro PLTMH. Pada pengabdian ini difokus untuk memberdayakan masyarakat desa Sumber Rejo yang mengalami krisis energi karena daerah tersebut belum terjangkau PLN, sehingga dengan adanya kegiatan pengabdian masyarakat ini akan dihadirkan teknologi pembangkit listrik bersumber potensi energi yang ada. Tujuan dari pengabdian ini adalah menciptakan desa yang mandiri energi dengan cara pembuatan pembangkit listrik tenaga mikro hidro PLTMH berkapasitas 3500 W dan bersumber dari generator listrik yang digerakkan oleh turbin pelton. Dari hasil kegiatan pengabdian ini dapat disimpulkan bahwa kehadiran kegiatan pengabdian masyarakat tentang penyelesaian kelistrikan di daerah Sumberrejo dapat diselesaikan dengan baik sesuai dengan target dan waktu yang telah direncanakan. Perbaikan saluran air menuju bak penampungan perlu dilakukan dan naik-turunnya tegangan yang sering merusak komponen kelistrikan menjadi masalah utama mitra. Untuk itu perlu dilakukan perbaikan saluran dan pembuatan mesin penstabil tegangan sehingga masalah utama mitra segera teratasi dengan baik. Sehingga pembangkit listrik tenaga mikro hidro PLTMH ini dapat bekerja secara maksimal.
<b>Keywords</b> PLTMH; Energy; Micro hydro; Dedication; Voltage stabilizer.	<b>Abstract:</b> Currently the world is experiencing an "energy crisis" and in particular Indonesia is experiencing a national electrical energy crisis. Electricity is one of the primary necessities of human life, so an efficient power plant installation is needed. One of the alternative energy sources is the PLTMH micro hydro power plant. This community service is focused on empowering the people of Sumber Rejo village who are experiencing an energy crisis because the area has not been reached by PLN, so that with this community service activity, power generation technology will be presented with existing energy potentials. The aim of this service is to create an energy independent village by making a micro hydro power plant with a capacity of 3500 W and sourced from an electric generator driven by a Pelton turbine. From the results of this service activity, it can be concluded that the presence of community service activities regarding electricity settlement in the Sumberrejo area can be completed properly according to the planned target and time. Repair of the water channel to the reservoir needs to be done and the voltage fluctuation that often damages the electrical components is the partner's main problem. For this reason, it is necessary to repair the channel and manufacture of a voltage stabilizer so that the main problems of the partners are resolved immediately. So that the PLTMH micro hydro power plant can work optimally.
<b>Support by:</b>  Crossref	 This is an open access article under the <a href="https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/">CC-BY-SA</a> license

## A. PENDAHULUAN

Pemanfaatan potensi sumber daya alam berupa air sangat potensial untuk membangkitkan sebuah energi terbarukan berupa energi listrik. Melihat kondisi geografis di Indonesia yang kaya akan sumber daya air, maka sangat potensial digunakan turbin air sebagai bahan penghasil energi listrik (Deny 2008). Turbin pelton merupakan salah satu jenis turbin air yang prinsip kerjanya memanfaatkan energi potensial air menjadi energi listrik tenaga air (hydropower)(Anon 2013). Prinsip kerja turbin pelton adalah mengkonversi daya fluida dari air menjadi daya poros untuk digunakan memutar generator listrik, dimana energi potensial air disemprotkan ke bucket untuk dirubah menjadi energi mekanik yang digunakan untuk memutar poros generator(Shodikin 2017). Turbin Pelton mempunyai beberapa keuntungan antara lain efisiensi turbin yang relatif stabil pada berbagai perubahan debit aliran (Fitri 2005). Turbin pelton cocok dipakai untuk tinggi jatuh air (Head) yang tinggi dan debit aliran yang kecil (Fritz D 2006).

Energi listrik dewasa ini telah menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat kota dan desa, baik disektor perumahan maupun disektor industri. Bahkan tidak hanya itu, energi listrik telah menjadi penggerak pertumbuhan ekonomi baik didesa ataupun dikota. Sehingga guna meningkatkan pertumbuhan ekonomi masyarakat, pasokan listrik sudah seharusnya menjangkau seluruh wilayah hingga ke pelosok pedesaan (Bachtiar 2005). Namun hal ini belum dapat dipenuhi oleh PLN. Masih banyak daerah terpencil yang belum mendapatkan pasokan energi listrik. Untuk itu perlu dicarikan sumber energi alternative selain dari PLN. Beberapa alternative untuk memenuhi kebutuhan listrik tersebut adalah dengan menggunakan mesin diesel atau generator diesel tetapi penggunaan mesin diesel saat ini sangat tidak menguntungkan karena membutuhkan biaya yang mahal (Kurnia, Septe, and Kaidir 2018). Alternative yang sangat mungkin dalam hal ini adalah pembangkit listrik tenaga air mikrohidro (Nechleba 2001). Pembangkit listrik ini memiliki konstruksi yang sederhana dan murah dalam perawatan (Fitri 2005). Jenis pembangkit ini juga telah banyak dibangun dinegara-negara amerika latin, asia dan afrika untuk memasuk kebutuhan listrik didaerah pelosok pedesaan(Morgan 1930).

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro meskipun sederhana dalam konstruksi seringkali tidak dapat memenuhi kebutuhan energi listrik secara optimal. Hal-hal yang dapat menyebabkan ketidakefektifan tersebut diantaranya adalah ketidaktepatan dalam peramalan debit air, pemilihan sudu turbin yang tidak sesuai, serta salah dalam perhitungan tinggi air jatuh (Paish 2002). Contoh yang dapat diambil dalam hal ini adalah pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang terdapat di Desa Sumber Rejo kecamatan Sempu Banyuwangi dengan tinggi jatuh air sebesar 5 meter dan debit aliran sebesar 250 liter/detik dapat menggerakkan generator listrik untuk kebutuhan masyarakat sekitar. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro tersebut hanya mampu menghasilkan daya listrik sebesar 2.84% dari yang seharusnya. Luaran daya teoritis yang diharapkan adalah sebesar 4500 watt. Sementara luaran yang dihasilkan hanya sebesar 900 watt. Ini sangat tidak mencukupi kebutuhan masyarakat dusun Sumber Rejo. Di desa Sumber Rejo kecamatan Sempu Banyuwangi merupakan wilayah terpencil dibawah kaki gunung Raung sehingga PLN tidak bisa menjangkau daerah tersebut. Desa Sumber Rejo terdapat 2 buah RW dan 4 RT. dengan luas wilayah 25.47 km<sup>2</sup> dan dihuni sekitar 150 orang atau 35 kepala keluarga.

Luaran listrik tenaga mikrohidro yang ada sebesar 900 watt tersebut, hanya dapat dipergunakan untuk menerangi lampu luar rumah dan sebagian penerangan jalan. Sehingga sebagian besar masyarakat masih mengandalkan lampu minyak tanah sebagai penerangan. Kebutuhan listrik yang lain diluar penerangan tentu saja tidak dapat

dipenuhi. Padahal jika luaran daya listrik yang dihasilkan dapat mencapai sekitar 75% atau sekitar 4500 watt, maka masing-masing keluarga akan mendapat pasokan listrik sebesar 150 watt. Ini tentunya sudah cukup memenuhi kebutuhan penerangan di malam hari serta menjalankan beberapa peralatan listrik sederhana. Melalui pengabdian ini diharapkan kebutuhan dasar listrik masyarakat Desa Sumber Rejo kecamatan Sempu Banyuwangi dapat terpenuhi sehingga masyarakat dapat tetap beraktivitas pada malam hari tanpa harus mengeluarkan biaya untuk membeli minyak tanah sebagai bahan bakar lampu. Selain itu sumber informasi dari luar seperti dari televisi dan radio dapat masuk dan akan menambah wawasan mereka yang pada akhirnya menggugah mereka untuk maju dan berkembang.

## **B. METODE PELAKSANAAN**

### **1. Perbaikan saluran dan waduk penampungan air**

Supaya daya luaran dari turbin maksimal maka diperlukan perbaikan terhadap saluran dan waduk penampung air. Pada saluran ini banyak terjadi kebocoran karena tidak dilakukan perawatan berkala oleh pemiliknya. Perbaikan saluran air dengan perincian: panjang 25 m. Lebar 1.5 m dan tinggi 1 m. Pada kegiatan pengabdian ini akan dilakukan penambalan terhadap saluran dan waduk yang mengalami kebocoran agar didapatkan debit air yang maksimal.

### **2. Pembuatan Mesin Penstabil Tegangan**

Stabilizer untuk listrik dengan ketelitian tinggi yang bekerja secara otomatis, dirancang berdasarkan prinsip pengaturan tegangan listrik yang berlaku menurut aturan kelistrikan (Castillo et al. 2016). Suku cadang utama dan komponennya merupakan barang banyak dipasaran. Automatic Voltage Regulator (AVR) mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- a. ketelitian yang tinggi
- b. pemakaian daya listrik yang kecil
- c. bentuk / ukuran kecil
- d. Ringan

AVR digunakan untuk keperluan penstabilan tegangan yang naik turun sangat cocok untuk keperluan PLTMH kemudian output tegangan disalurkan untuk keperluan rumah tangga semisal: televisi, radio, lampu, dan lain-lain. Menyediakan tegangan listrik yang stabil untuk seluruh peralatan dan perlengkapan listrik yang membutuhkan tegangan listrik yang stabil. Disamping itu AVR juga dapat menyediakan tegangan listrik yang stabil dengan tegangan input antara 110 – 300 volt dan didapatkan tegangan output sebesar 220 volt sehingga sangat aman untuk pemakaian peralatan listrik di rumah tangga (Paish 2002).

### **3. Tahapan Sosialisasi Kegiatan**

Setelah alat pembangkit listrik tenaga mikrohidro selesai di desain dan di fabrikasi, maka diadakan uji lapang dengan uji performa. Uji performa dilapangan adalah untuk mendapatkan data yang aktual untuk keseluruhan kerja mesin, keakuratan, kapasitas kerja dan kemampuan beradaptasi dalam medan/lapangan (Duetschman 1975). Setelah itu dievaluasi apakah performa alat pembangkit ini sudah optimal atau masih perlu perbaikan.

Setelah alat pembangkit ini berjalan dengan baik (dapat menghasilkan daya luaran yang optimal), maka kegiatan selanjutnya adalah melakukan sosialisasi dengan masyarakat Desa Sumber Rejo tentang fungsi, manfaat serta perawatannya sehingga diharapkan alat pembangkit ini dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama.

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Turbin air yang baik adalah turbin yang mampu menghasilkan kerja yang optimal dengan penggunaan energi yang minimal (effisiensi tinggi). Bagaimana cara merancang dimensi utama turbin pelton yang baik dengan menghasilkan output yang maksimal. Pada kegiatan pengabdian ini dimaksudkan untuk menghasilkan mesin turbin air dan generator listrik dengan komponen utama dan komponen pendukung turbin pelton untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Desa Sumber Rejo tereletak pada posisi yang cukup sulit untuk dilalui jalur PLN sehingga sampai saat ini belum ada pasokan listrik dari PLN. Untuk memenuhi kebutuhan akan energi listrik, masyarakat dusun Sumber Rejo mengupayakan sendiri sumber energi listrik dalam bentuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Dengan mengandalkan semangat gotong royong serta bantuan dari desa lain akhirnya pembangkit listrik tenaga mikrohidro dapat diwujudkan. Tapi dikarenakan kemampuan teknis yang sangat terbatas, hasil luaran daya dari pembangkit listrik tenaga mikrohidro tersebut masih jauh dari harapan. Daya listrik yang dihasilkan adalah sekitar 142 watt. Hal ini tentunya sangat tidak mencukupi kebutuhan listrik untuk satu dusun Sumber Rejo yang terdiri atas 15 kepala keluarga.

1. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan terbuatnya mesin penstabil tegangan Automatic Voltage Regulator (AVR). Masalah utama PLTMH naik-turunnya tegangan bisa distabilkan dengan AVR sehingga keluaran tegangan stabil sebesar 220 volt.
2. Tidak terjadi kebocoran air sepanjang saluran masuk dan waduk penampungan sehingga didapatkan debit masuk turbin konstan sebesar 250 liter/detik.
3. Pemasangan kabel jalur distribusi listrik dari PLTMH menuju pemakai/konsumen dengan mekanisme pendistribusian arus listrik yang sederhana dan dapat diterima warga.

Dengan adanya kegiatan pengabdian ini maka permasalahan utama kelompok masyarakat desa Sumberrejo Sempu Banyuwangi mengenai kelistrikan segera dapat teratasi. Beberapa kegiatan yang telah dilakukan adalah:

1. Pertemuan dengan ketua kelompok masyarakat desa Sumberrejo Sempu, hal yang didiskusikan adalah permasalahan yang dihadapi tentang kelistrikan yaitu: penstabilan tegangan, kebocoran air sepanjang saluran masuk dan pendistribusian kelistrikan kepada warga. Berdasarkan kesepakatan antara mitra yang diwakili oleh mitra dengan tim pelaksana kegiatan maka bantuan yang diberikan berupa: mesin penstabil tegangan *Automatic Voltage Regulator* AVR, perbaikan kebocoran sepanjang saluran masuk dan pendistribusian arus listrik kepada warga sehingga permasalahan utama mitra segera dapat teratasi.



**Gambar 1.** Sumber air yang melimpah dan generatornya.



2. Pembuatan mesin penstabil tegangan *Automatic Voltage Regulator* (AVR) dengan spesifikasi sebagai berikut:
  - a. Daya luaran maksimum 3500 watt.
  - b. Arus listrik 1 phase .
  - c. Dimensi 50 x 50 x 7 cm.
  - d. Dapat dioperasikan oleh 1 orang.
  - e. Konstruksi plat esser tebal 2 mm.



**Gambar 2.** Pemasangan penstabil tegangan

3. Perbaikan kebocoran air sepanjang saluran masuk turbin dengan ukuran saluran air 80 cm x 100 cm x 30 m. Perbaikan jaringan instalasi perkabelan dari sumber listrik PLTMH menuju ke warga pemakai listrik dengan spesifikasi kabel D = 10 mm dan panjang 100 m.



**Gambar 3.** Penguatan tanggul dan penambalan saluran yang bocor

Prinsip kerja AVR: komponen *Automatic Voltage Regulator* (AVR) terdiri dari: kontaktor, rangkaian pengatur tegangan PCB Control, IC pembanding dan IN Pembesar, dan Motor Penggerak (servo). Seluruh rangkaian merupakan lingkaran kontrol yang bekerja secara terus menerus. Pada saat tegangan input dan beban berubah, rangkaian pengatur tegangan akan mengambil data dari tegangan input dan membandingkannya dengan tegangan yang ditetapkan (Hopf 1997). dan kemudian menstabilkannya. Sinyal output akan mengontrol motor penggerak untuk menggerakkan/memutar Carbon Brush, kemudian akan menyesuaikan tegangan dengan petunjuk yang telah ditetapkan sehingga menghasilkan tegangan output yang stabil (Warnick 1984).

#### D. SIMPULAN DAN SARAN

Dari kegiatan pengabdian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Pembuatan mesin penstabil tegangan AVR telah dilaksanakan dengan baik sesuai dengan rencana semula dengan kapasitas output 3500 watt. Permasalahan utama mitra mengenai naik turunnya tegangan sudah dapat teratasi dengan kehadiran mesin ini.
2. Perbaikan saluran air masuk dan waduk penampung yang mengalami kebocoran telah dilaksanakan perbaikan sehingga tidak terjadi kebocoran dan didapatkan debit air maksimal 250 liter/detik. Sistem pendistribusian listrik dari sumber tenaga ke pemakai/konsumen telah dilaksanakan sepanjang 100 m.
3. Penyuluhan tentang pemakaian listrik yang benar telah dilaksanakan, Secara umum mikrohidro telah bekerja secara optimal karena telah dilakukan perbaikan saluran waduk dan stabilisasi tegangan luaran.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik dan Lembaga Penelitian Pengabdian Masyarakat (LP2M) - Universitas Jember, yang telah mendanai kegiatan pengabdian ini melalui dana internal tahun anggaran 2020 sehingga kegiatan ini dapat terlaksana dengan baik.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Anon. 2013. "EVALUASI UNJUK KERJA TURBIN AIR PELTON TERBUAT DARI KAYU DAN BAMBUNY SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK RAMAH LINGKUNGAN UNTUK PEDESAAN (Performance Evaluation of Hydraulic Pelton Turbine Made of Wood and Bamboo as Environmentally Friendly Electric Generation)." *Jurnal Manusia Dan Lingkungan* 20(2):190-98. doi: 10.22146/jml.18486.
- Bachtiar, C. 2005. "Perancangan Sudu-Sudu Turbin Propeller Pada Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)." Institut Teknologi Sepuluh November.
- Castillo, Guillermo, Leonardo Ortega, Marcelo Pozo, and Xavier Dominguez. 2016. "Control of an Island Micro-Hydropower Plant with Self-Excited AVR and Combined Ballast Load Frequency Regulator." in *2016 IEEE Ecuador Technical Chapters Meeting, ETCM 2016*.
- Deny, A. .. 2008. "Perancangan Turbin Kaplan Bertitik Berat Pada Dimensi Komponen Utama Turbin." Institut Teknologi Sepuluh November.
- Duetschman, A. .. 1975. *Machine Design: Theory and Practice*. New York: Macmillan Publishing, Co, Inc.
- Fitri, J. 2005. "Perencanaan Elemen Mesin Dan Tansmisi Perpindahan Daya Pada Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Jenis Turbin Propeller." Institut Teknologi Sepuluh November.
- Fritz D, Dakso Sriyono. 2006. *Turbin Pompa Dan Kompresor*. Jakarta: Erlangga.
- Hopf, Dieter. 1997. "Digital for AVR." *International Water Power and Dam Construction* 49(1):21-22.
- Kurnia, Novaldi, Edi Septe, and Kaidir. 2018. "Analisa Daya Dan Efisiensi Turbin Pelton Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Dengan Perbandingan Debit Aliran Air." *Abstract Of Undergraduate Research, Faculty Of Industrial Technology, Bung Hatta University* 12(2).
- Morgan, S. 1930. *Smith-Kaplan: Automatically Adjustable Blade Hydraulic Turbines*. Pennsylvania: S Morgan Smith Company.
- Nechleba, M. 2001. *Hydraulic Turbines, Their Design and Equipment*. Czechoslovakia: Artia Pragu.
- Paish, Oliver. 2002. *Small Hydropower: Technology and Current Status*. Hamsphire UK: IT Power, Ltd.
- Shodikin, Imam. 2017. "Analisa Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Dan Debit Aliran Terhadap Daya Yang Dihasilkan Pada Turbin Pelton." *Simki-Techsain* 01(01):3, 4.
- Warnick, C. 1984. *Hydropower Engineering*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.